

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-257069

(43)Date of publication of application : 08.10.1993

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 04-057920

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 16.03.1992

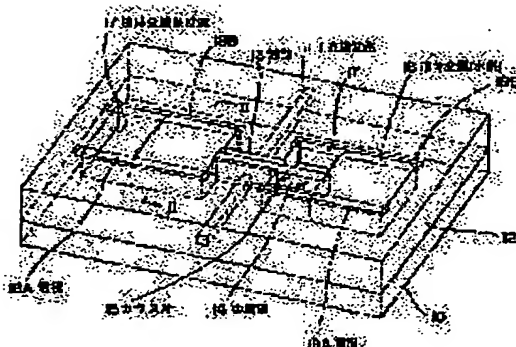
(72)Inventor : SATO MAKOTO
KOBAYASHI HIDEO

(54) OPTICAL SWITCH

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the self-holding type optical switch which is used to switch an optical signal.

CONSTITUTION: The optical switch is equipped with an optical waveguide substrate 12 which has an optical waveguide 11, a groove part 13 which is formed in a direction crossing the optical waveguide 11 at right angles, a glass piece 15 which is freely slidable in the groove part 13 and provided with a metallic mirror 14 crossing the optical waveguide 11 at right angles, a liquid metal holding groove 17 which is formed opposite across the optical waveguide 11 and holds liquid metal (mercury) 16 inside, electrodes 18A and 18B, and 19A and 19B which supply currents to the liquid metal 16 in the liquid metal holding groove 17, and a magnetic field application part which applies a magnetic field at right angles to the flowing direction of the currents. The currents are supplied to the liquid metal 16 to apply the magnetic field at right angles to the flowing direction of the currents, a Lorentz's force is made to operate on the liquid metal 16, which is moved in the liquid holding groove to cut off the optical waveguide 11 by the metallic mirror 14 provided at part of the glass piece; and input light which has passed through the optical waveguide is reflected to provide the operation of the self-holding type optical switch.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-257069

(43)公開日 平成5年(1993)10月8日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 B 26/08

識別記号

庁内整理番号

H 9226-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

(21)出願番号 特願平4-57920

(22)出願日 平成4年(1992)3月16日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 佐藤 誠

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 小林 英夫

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

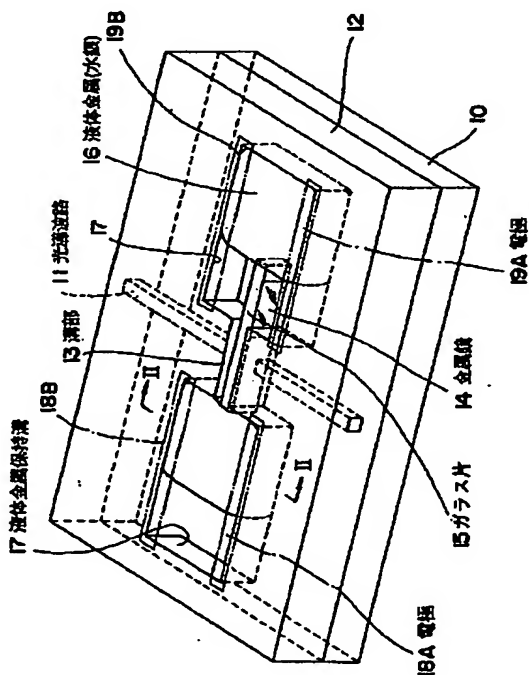
(74)代理人 弁理士 光石 俊郎

(54)【発明の名称】 光スイッチ

(57)【要約】

【目的】 光信号の切り替えに用いる自己保持型の光スイッチを提供する。

【構成】 光導波路11を有する光導波路基板12と、光導波路11と直交する方向に横断して形成された溝部13と、溝部13内を摺動自在とし光導波路11と直交する金属鏡14を設けてなるガラス片15と、光導波路11を境として相対向して形成され、且つ内部に液体金属(水銀)16を保持する液体金属保持溝17と、液体金属保持溝17内の液体金属16に各々電流を流す電極18、19と、電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加する磁場印加部とを具備してなり、液体金属16に電流を流し、この電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加し、液体金属16にローレンツ力を働かせて液体保持溝内を移動させ、ガラス片の一部に設けた金属鏡が光導波路を遮断し、光導波路を通して来た入力光を反射させ、自己保持型の光スイッチの働きをなす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に光導波路を形成した光導波路基板と、上記光導波路と直交する方向に横断して形成された溝部と、当該溝部内を摺動自在とし上記光導波路と直交する一側面に金属鏡を設けてなるガラス片と、上記光導波路基板に形成した光導波路を境とし上記溝部の両端と連通するよう相対向して形成され且つ内部に液体金属を移動自在に保持する液体金属保持溝と、当該液体金属保持溝内の液体金属に各々電流を流す電極と、この電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加する磁場印加部とを具備してなり、電流と磁界で該液体金属に発生する力により、上記金属鏡を設けたガラス片が上記光導波路を横断して設けた溝に沿って摺動し、当該光導波路を金属鏡で遮る状態と遮らない状態とに切り替えてなることを特徴とする光スイッチ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光信号の切り替えに用いる自己保持型の光スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来より、光導波路を横断する溝に屈折率整合剤（例えば、シリコンオイル）を注入、除去して、それぞれ、透過、反射の状態を切り替える光導波路型の自己保持機能を有する光スイッチが提案されている。

【0003】このような光スイッチでは屈折率整合剤の注入、除去は精密な移動構成に搭載した注射器を用いて行われるため、光スイッチが光導波路により高集積されても、機械的な機構があるため小型にすることは困難である。また、精密な移動機構を含むため、光スイッチとしての信頼性を高めることも困難である。

【0004】本発明は、上記事情に鑑み、前述した従来の光スイッチとは異なり、屈折率整合剤の移動を行うための機械的な構成を必要としない、小型化が容易な自己保持型の光スイッチを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明に係る光スイッチの構成は、内部に光導波路を形成した光導波路基板と、上記光導波路と直交する方向に横断して形成された溝部と、当該溝部内を摺動自在とし上記光導波路と直交する一側面に金属鏡を設けてなるガラス片と、上記光導波路基板に形成した光導波路を境とし上記溝部の両端と連通するよう相対向して形成され且つ内部に液体金属を移動自在に保持する液体金属保持溝と、当該液体金属保持溝内の液体金属に各々電流を流す電極と、この電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加する磁場印加部とを具備してなり、電流と磁界で該液体金属に発生する力により、上記金属鏡を設けたガラス片が上記光導波路を横断して設けた溝に沿って摺動し、当該光導波路を金属鏡で遮る状態と遮らない状態と

に切り替えてなることを特徴とする。

【0006】

【作用】前記構成に係る光スイッチは、光導波路を横断して設けられた溝に、金属鏡を一部に取付けたガラス片が挿入されており、このガラス片がどちらか一方に寄っているときは金属鏡は光導波路を遮らず、逆に他方側に寄っているときは金属鏡が光導波路を遮るようにしている。上記ガラス片を移動させるには、液体金属保持溝内に保持された液体金属に電流を流すと共に、この電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加し、上記液体金属にローレンツ力を働かせることで、液体保持溝内の液体金属を移動させる。この結果、液体金属の移動と共にガラス片が溝内を摺動し、当該ガラス片の一部に設けた金属鏡が光導波路を遮断し、光導波路を通して来た入力光はここで反射され戻ることとなり、自己保持型の光スイッチの働きをなす。

【0007】

【実施例】以下、本発明に係る光スイッチの好適な一実施例を図面を参照して説明する。図1は本実施例に係る光スイッチの斜視図である。同図に示すように、本実施例に係る光スイッチは、光導波路基板（シリコン）10の上面に積層され且つ内部に光導波路11を形成した光導波路基板（クラッド）12と、上記光導波路11と直交する方向に横断して形成された溝部13と、当該溝部13内を摺動自在とし上記光導波路11と直交する一側面に蒸着等の処理によって金属鏡14を設けてなるガラス片15と、上記光導波路基板に形成した光導波路11を境とし、上記溝部13の両端と連通するよう相対向して形成され、且つ内部に液体金属（本実施例では水銀）16を移動自在に保持する液体金属保持溝17と、当該液体金属保持溝17内の液体金属16に各々電流を流す電極18A、B、19A、Bと、この電流が流れる方向に対して直交する方向に磁界を印加する磁場印加部（図示せず）とを具備するものである。

【0008】上記光導波路基板12に設けられた溝部13及び液体金属保持溝17はエッチング加工等で処理されている。また、金属鏡14はガラス片13に蒸着等の処理で取付けられている。上部溝部13に挿入されたガラス片15は溝部13に沿って摺動する構造になっており、何らかの力が加われば動くが、力が働いていないときは摩擦によりその位置を保持している。また、液体金属保持溝17に注入された液体金属16は表面張力のため、一つの塊を構成するが、図1に示すように水銀は空間を空けて溝の中に注入されている。

【0009】すなわち、図1に示すようにガラス片15が最も右側に寄った状態で水銀16の表面がガラス片15を左側に押し返すことのないように、溝17の容積に対して水銀の量が少なく注入されている。また、図1のI-I矢視断面を示す図2に記載してあるように、電極19A、19Bを設けた蓋20が光導波路基板12

の上に設けられ、水銀16は液体金属保持溝17の中に密閉されている。

【0010】また、図には示していないが、光導波路基板12の面に垂直な方向に磁場が印加されている。この磁場の印加はフェライト等の永久磁石を光導波路基板の上部もしくは下部に設置することで実現されている。なお、ガラス片15の摺動を容易にする効果と、ガラス表面での光の反射を防止するため、溝部13の隙間を屈折率整合剤で満たすのも有効な手段である。

【0011】次に、図3を用いて金属鏡の挿入、除去を行うためのガラス片の移動方法について説明する。図3は図1の光導波路基板を上部より眺めた図である。同図中、印加磁場の方向は紙面の裏から表側とする。図の下側の電極18A、19Aから、上側の電極18B、19Bに向かって電流を流すと水銀16にはローレンツ力が働き、水銀は図の右側に移動する（図3（A）参照）。左右の水銀16に共に右側に移動する力が働くと、ガラス片15は左側の水銀16の表面に押されて右側に摺動する。水銀は表面張力が大きいので毛細管現象で狭い空間には入らず、最終的には、図3（A）に示す状態になり、光導波路11は透過の状態になる。電流を止めても、摩擦力のため、ガラス片15や水銀16は位置を保持する。

【0012】次に、電流の向きを逆にすると、水銀16に働くローレンツ力の向きも逆になるため、ガラス片15は右側の水銀16に押されて左側へ移動し、最終的には図3（B）に示す状態になる。この状態では、光導波路は金属鏡14により遮られ、図の下部の光導波路より入射した光は反射されて戻ることになる。以上のような原理で本発明の自己保持型光スイッチは動作する。

【0013】前述した図1に示した光スイッチは一本の光導波路について透過、遮断の切り替えをおこなうものであったが、図4に示すように、本発明の自己保持型光スイッチを互いに交差する光導波路11A～11Dの交差部に設けることにより、マトリックス光スイッチの基本単位を構成することができる。

【0014】図4に示した状態、すなわち透過の状態では、光導波路11Aから入射した光は導波路11Bへ透過し、光導波路11Cからの光は光導波路11Dへ透過する。ガラス片15が左側に移動し、金属鏡14が光導波路を遮ると、光導波路11Aから入射した光は光導波路11Dへ反射され、光信号の切り替えが行われる。N×Nのマトリックス光スイッチを構成するには、図4に示す光スイッチの単位をN×Nの格子の上に配置し、光導波路で結合すれば実現できる。

【0015】金属鏡を用いた光スイッチは、屈折率差を用いた光スイッチと異なり、反射面における位相シフト（グースヘンシェンシフト）の波長依存、偏波依存性がなく、またそのシフト量も銀や金等の金属を使用した場

合では0.1μm以下であり、導波路設計に制約を与えない。したがって、本発明の光スイッチは基本的に、偏波無依存、波長無依存であることがわかる。金属面での反射を利用しているために、全反射でないので必ず光信号の減衰が生じるが、金、銀等の金属の場合、通信に使用する光波長、すなわち1.3μm、1.5μm付近では98%程度の反射効率を有しており実用上全く問題ない。さらに、屈折率差を利用した光スイッチでは全反射条件を満たすために、交差する光導波路のなす角度を85度以下にできない（導波路の屈折率を1.5としたとき）が、金属鏡による反射を利用すればさらに低角度で交差させることができ、光スイッチが透過の状態にあるときの導波路間のクロストークを低減することができる。

【0016】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の自己保持型の光スイッチは、自己保持機能を有し、金属鏡の移動を、液体金属に働く電磁力により行う、小型化に適した構造を持つ自己保持型光スイッチを提供するものである。さらに、本発明の自己保持型光スイッチは、集積してマトリックス光スイッチを実現することが容易であるという効果を奏する。また、本発明の自己保持型光スイッチは、自己保持型であるので、切り替えを行うとき以外は駆動電力を必要としないので、光伝送システムにおける光ファイバ心線切り替え端子に適用すれば、任意な切り替えを可能とする光ファイバ心線の選択機能をシステムに付与することができ、切り替えに伴う作業の大幅な削減が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による自己保持型の光スイッチの一実施例の構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の図1の自己保持型光スイッチのI-I矢視断面図である。

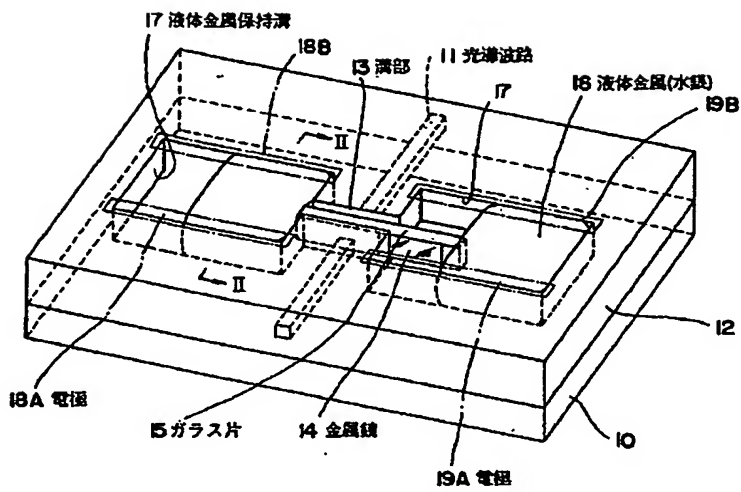
【図3】自己保持型の光スイッチの自己保持機能および金属鏡の移動の原理を説明する図である。

【図4】自己保持型の光スイッチをマトリックス光スイッチの構成単位に適用したときの構成を説明する図である。

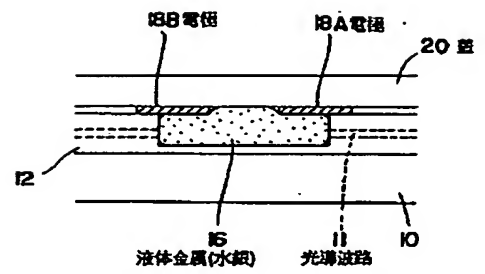
【符号の説明】

- 10 光導波路基板（シリコン）
- 11 光導波路
- 12 光導波路基板（クラッド）
- 13 溝部
- 14 金属鏡
- 15 ガラス片
- 16 液体金属（水銀）
- 17 液体金属保持溝
- 18A、B、19A、B 電極

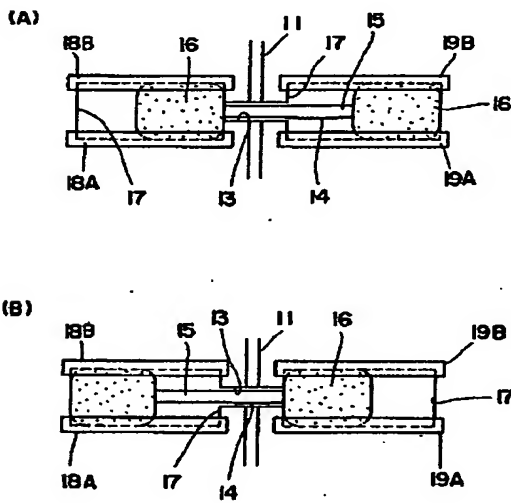
【図1】



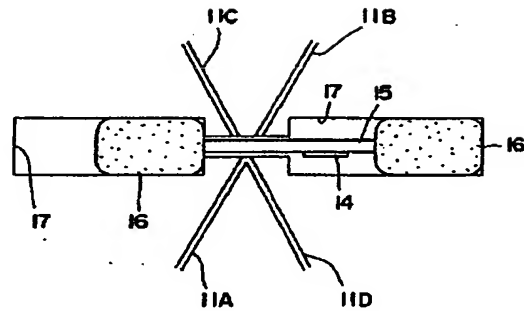
【図2】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.